



# **KESKIJÄNNITEVERKON SUUN- NITTELU GPRS -MITTAUKSELLA**

Tauno Nikkanen

Opinnäytetyö  
Kesäkuu 2012  
Sähkötekniikan koulutusoh-  
jelma  
Talotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Talotekniikka

NIKKANEN, TAUNO

Keskijänniteverkon suunnittelu GPRS-mittauksella

Opinnäytetyö 29 sivua, josta liitteitä 7 sivua  
Kesäkuu 2012

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin Pirkan suunnittelu Oy:lle. Sen tarkoituksena oli saada tehtyä käyttökelpoinen ohje 20 kilovoltin ilmajohtojen suunnittelusta GPRS-mittalaitteistolla muille yhtiön työntekijöille.

Työn teoriaosuudessa käsitellään ensin, kuinka GPRS toimii ja mitä erilaisia mittaus-tekniikoita on käytettävissä. Teoriaosuudessa on selvitetty lisäksi ilmajohtoverkon suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä, GPRS-mittalaitteen käyttöä ja tietokoneohjelmaa ABB Profila, jolla käsitellään GPRS-mittauksella saatuja tietoja. Ilmajohtoverkon suunnitteluohjeessa on perehdytty mittaustilanteeseen ja siihen, mitä mittaustilanteessa pitää ottaa huomioon.

Tuloksena tehtiin käyttökelpoinen ohje, joilla suunnitteluun perehtynyt henkilö voi varmistaa työn onnistumisen mahdollisimman laadukkaasti.

---

Asiasanat: GPRS-mittalaitteisto, GPRS-mittaus, ilmajohtoverkko

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Electrical Engineering

NIKKANEN, TAUNO

Medium voltage network design with GPRS measurement

Bachelor's thesis 29 pages, appendices 7 pages  
June 2012

---

This thesis was made for Pirkan suunnittelu Oy. Its purpose was to obtain a useful guide to make 20-kV overhead power line planning in the GPRS measurement equipment to other company employees.

The theory section begins with a presentation on how GPRS works, and what a variety of measurement techniques are available. The theory part was treated also overhead line network planning factors, GPRS -measurement equipment use and a computer programming with ABB Profile, which deals with the GPRS measurement information obtained. Overhead line network design guide focuses on the measurement situation, and what should be taken into account in measurement situation.

The result was a useful guide to a person experienced in the design to ensure the success of the highest quality.

---

Key words: GPRS measurement equipment, GPRS measurement, overhead line network

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	SATELLIITTIIMITTAUS .....	7
2.1	Satelliittimittauksen toimintaperiaate .....	7
2.2	Absoluuttinen paikanmääritys .....	7
2.3	Differentiaalinen paikanmääritys.....	7
2.4	Suhteellinen paikanmääritys .....	8
2.5	RTK -mittaus .....	9
2.6	VRS -menetelmä.....	10
3	SUUNNITTELUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT.....	12
3.1	Minkälaista sähköverkkoa suunnitellaan .....	12
3.2	GPRS -mittaukseen vaikuttavat ulkoiset tekijät .....	12
3.3	Koodisto.....	15
4	ILMAJOHDON SUUNNITTELU ABB PROFILA -OHJELMALLA .....	16
4.1	ABB Profila -ohjelma .....	16
4.2	GPRS -mittaustiedon ja ohjelman yhdistäminen .....	16
4.3	Mitä tietoja ohjelmasta saadaan .....	16
5	MAASTOSUUNNITTELU GPRS -MITTAUSLAITTEISTOLLA.....	20
5.1	Tilaajan tarpeet .....	20
5.2	Johtoreitin valinta .....	20
5.3	GPRS-mittalaitteella mittaaminen .....	20
5.3.1	Etäisyydet merkittäviin kohteisiin.....	22
5.3.2	Maastopisteet.....	22
5.3.3	Ilmajohtojen sijoitus tiealueille .....	22
5.3.4	Pylväsmuuntajat .....	22
5.3.5	Muiden ilmajohtojen sijoittuminen johtoreitille .....	23
5.4	Mittalaitteen Trimble R8 käyttö .....	23
6	YHTEENVETO .....	28
6.1	Tulosten yhteenveto .....	28
6.2	Jatkotutkimusehdotukset.....	28
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET .....	30

**LYHENTEET JA TERMIT**

GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GNSS	Global Navigation Satellite System
GLONASS	GLObalnaja NAvigatsionnaja Sputnikovaja Sistema
C/A	Coarse Acquisition
P	Precise
DGPS	Differential Global Positioning
VRS	Virtual Reference Station
GSM	Global System for Mobile Communications
RTK	Real Time Kinematic
DOP	Dilution Of Precision
PDOP	Position DOP
CAD	Computer- Aided Design
KK3	Kartta kaista x = pohjoiskoordinaatti, y = itäkoordinaatti

## 1 JOHDANTO

GPRS -mittauksesta opinnäytetyökseni tuli ajankohtaiseksi kun Pirkan suunnittelu Oy:llä oli meneillään suunnittelutyö 20 kilovoltin keskijännite ilmajohdon suunnitteluksi Savon Voima Verkko -yhtiölle. Työn yhteydessä minulle opetettiin kuinka GPRS -mittalaitteella Trimble R8 mitataan uutta ilmajohtoverkkoa. Työn valmistuttua päätin tehdä opinnäytetyön GPRS -mittauksesta Pirkan suunnittelu Oy:lle.

Työn tavoitteena on tehdä käyttökelpoinen ilmajohdon suunnitteluohje GPRS -mittaukseen Pirkan suunnittelu Oy:lle. Ohjeen avulla yhtiön työntekijät voivat nyt, ja tulevaisuudessa opetella tekemään mittaukset oikeaoppisesti GPRS- mittauslaitteistolla uutta keskijänniteverkkoa suunniteltaessa.

Tässä työssä perehdyn ainoastaan GPRS -mittauksen työvaiheisiin ja siihen, mitä pitää mittaauksessa ottaa huomioon. Työssä käsitellään myös ilmajohtojen pylväsrakenteiden standardeja, mutta standardeihin ei perehdytä tässä opinnäytetyössä syvemmin. Ohje on tarkoitettu jo aiemmin suunnittelutöitä tehneille henkilöille.

## **2 SATELLIITTIIMITTAUS**

### **2.1 Satelliittimittauksen toimintaperiaate**

Satelliittimittaus on satelliittipaikannusjärjestelmien avulla tehtävää sijainnin määrittämistä. Yleisesti tunnettuna terminä satelliittimittauksesta käytetään GPS -mittaus, mutta voidaan puhua myös GNSS -mittauksesta joka on maailmanlaajuinen järjestelmä. Kun käytetään GNSS -järjestelmää, on käytössä GPS -järjestelmän lisäksi myös muita satelliittipaikannusjärjestelmiä. GNSS -järjestelmässä on käytössä myös Venäjän satelliittipaikannusjärjestelmä GLO-NASS ja EU:n tuleva Galileo satelliittipaikannusjärjestelmä. (Maanmittauslaitos 2010; Ilmatieteenlaitos 2010)

Satelliitit lähettävät radiosignaaleja eri taajuuksilla, joiden kantoaaltoihin sisältyy binäärikoodia. Binäärikoodit koostuvat yleisesti A/C tai P -koodista, jotka koostuvat 1023 bitistä. Näiden vastaanotettujen koodien perusteella voidaan neljän eri satelliitin lähettämistä koodista tehdä paikanmääritys. Tämä satelliittipaikanmääritys jaetaan kolmeen eri sektoriin: absoluuttiseen, differentiaaliseen ja suhteelliseen paikanmääritykseen. (Maanmittauslaitos 2010; Vermeer 2011)

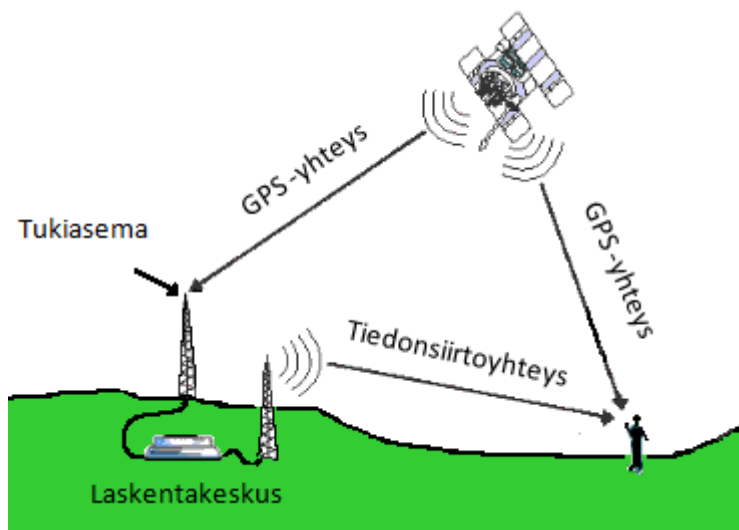
### **2.2 Absoluuttinen paikanmääritys**

Absoluuttinen paikanmääritys tapahtuu käsinavigaattorilla, joka vastaanottaa satelliitin lähettämän signaalin. Tällaiset laitteet käyttävät pääasiassa signaalien C/A-koodihavaintoja paikanmäärittämiseen, joka toimii niin, että navigaattoriin sisällytettyä koodia verrataan satelliitista lähetettyjen signaalien kulku-aikaan ja tästä lasketaan satelliitin etäisyys mittauspisteeseen. Paikannustarkkuus on alle kymmenen metriä, kun tieto on saatu vähintään neljästä satelliitista. (Maanmittauslaitos 2010)

### **2.3 Differentiaalinen paikanmääritys**

Differentiaalisessa paikanmäärityksessä eli DGPS:ssä mittaus toteutetaan liikutettavan tukiaseman ja liikutettavan vastaanottimen avulla. Mittauksessa liikutettava tukiaseman asennetaan tunnettuun pisteeseen esimerkiksi rajapyykinkohdalle, josta koordinaatit tunnetaan. Liikutettavalla tukiasemalla mitataan haluttu piste, kun pisteistä saadut koor-

dinaattihavainnot lasketaan laskentakeskuksen tietokoneella päästään 0,5 - 5 m mittaus-tarkkuuteen. Mittauslaitteistossa on radiolähetin tai se on yhteydessä matkapuhelinverk-koon. DGPS -mittauslaite välittää mittaustiedot tietoliikenneyhteyden avulla differenti-aalikorjauksia tekevän palveluntarjoajan laskentakeskukseen kuvan 1 tavalla. Suomessa differentiaalikorjauspalveluita tarjoavat Merenkulkulaitos, Digita ja Evon metsäoppilai-tos. Myös Geotrim Oy tarjoaa DGPS -korjauspalvelua VRS –verkossa, johon tarvitaan GSM tai GPRS -yhteyttä. (Maanmittauslaitos 2010; Vermeer 2011)

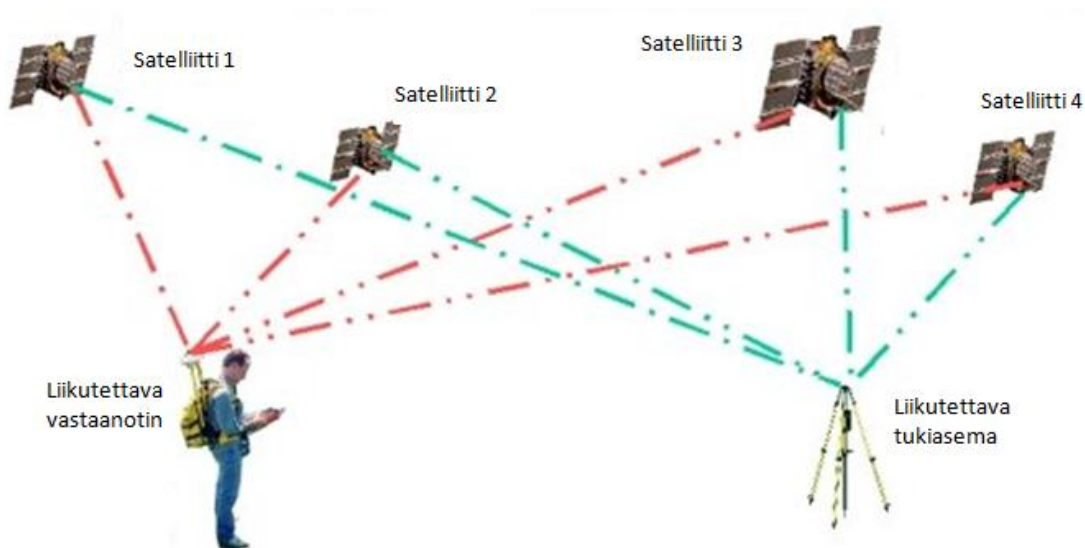


KUVA 1. DGPS toimintaperiaate (Sniper Frederic 2004)

## 2.4 Suhteellinen paikanmääritys

Suhteellisella paikanmäärityksellä tarkoitetaan satelliittien lähettimien signaalien kanto-aaltojen hyväksikäyttöä. Mittauksen suorittamiseksi tarvitaan vähintään kaksi vas-tanotinta, joista toisen tulee olla koordinaateiltaan tunnetussa pisteessä kuvan 2 mukai-sesti. Tarkemman mittaustuloksen saavuttamiseksi suhteellisessa paikanmäärityksessä hyödynnetään laskettuja koordinaattieroja vastaanottimien välillä. (Maanmittauslaitos 2010)





KUVA 2. Suhteellisen paikanmäärityksen toimintaperiaate (National Ocean Service 2012)

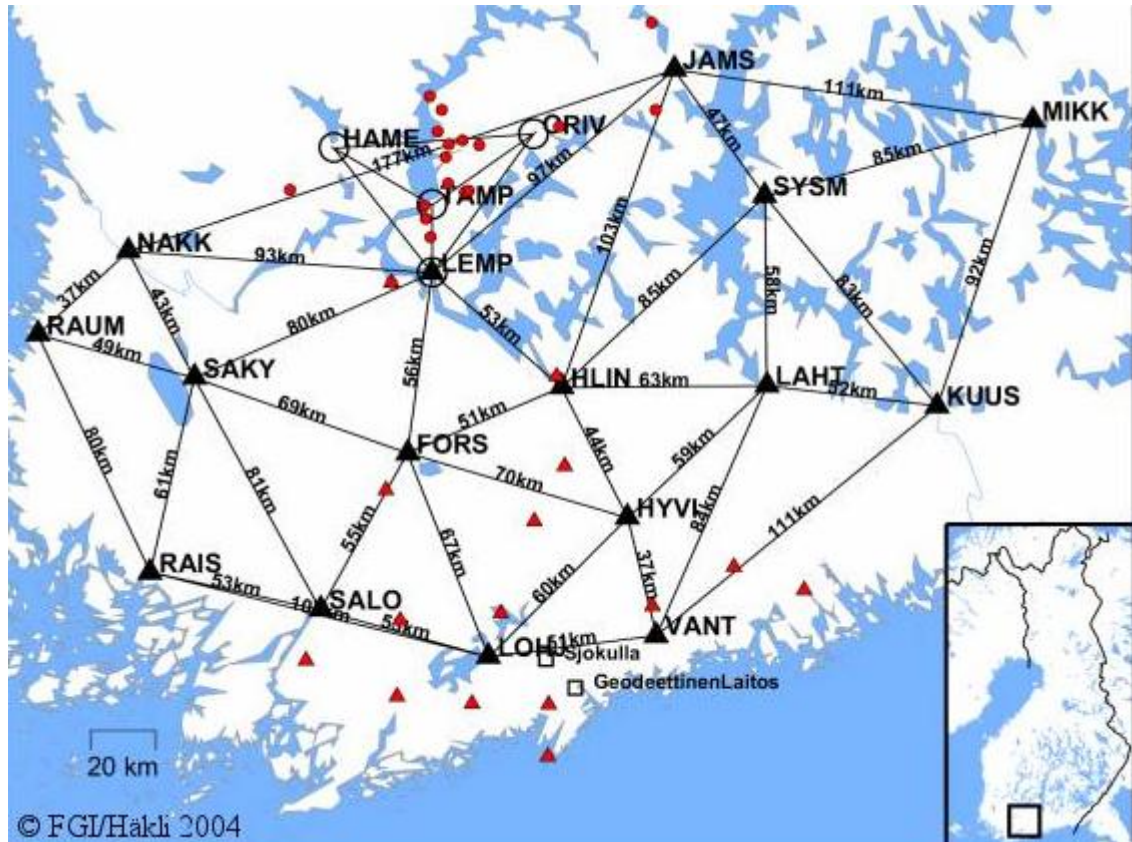
GPS -vastaanottimen lukittuessa satelliitin signaaliin, vastaanotin mittaa sen hetkisen kantoaallon vaiheen. Tästä hetkestä eteenpäin vastaanotin alkaa laskea signaalin tulevien kokonaisten aallonpituuksien lukumäärää. Kun satelliitti liikkuu radallaan, sen etäisyyden muutos näkyy vastaanottimen laskemien saapuneiden aallonpituuksien lukumäärässä. Kun useampaa satelliittia on havaittu jonkin aikaa, aallonpituuksista voidaan laskea satelliitin etäisyys vastaanottimesta erittäin tarkasti, jopa alle 5 cm tarkkuudella. (Maanmittauslaitos 2010)

Suhteellisen paikanmäärityksen tärkeimmät sovellukset ovat staattinen GPS -mittaus ja RTK -mittaus. Staattista GPS -mittausta käytetään tarkkojen kiintopisteverkkojen mittaukseen ja erilaisiin deformaatiomittauksiin eli maankuorenmuutosten mittauksiin. Mittaus tapahtuu tällöin jälkikäteen laskettuna tietokoneella. Reaaliaikaisessa kinemaattisessa mittauksessa eli RTK -mittauksessa laskenta suoritetaan reaaliajassa. (Maanmittauslaitos 2010; Vermeer 2011)

## 2.5 RTK -mittaus

RTK -mittaus tarkoittaa sitä, että mitattu koordinaatti saadaan heti mittaushetkellä alle 5 cm paikannustarkkuudella. RTK -mittauksessa tunnetulla pisteellä olevan vastaanottimen ja GPRS -mittalaitteiston välille tarvitaan tiedonsiirtoyhteys. RTK -mittauksen perinteisiä kiintopisteitä on korvattu viime aikoina kiinteillä tukiasemilla, joista on muodostunut RTK -mittausmenetelmä verkko. Suomessa Maanmittauslaitoksella on käytös-

sä virtuaalinen VRS -menetelmä, joka perustuu verkko RTK -mittausmenetelmään kuvassa 3 vuoden 2004 Etelä-Suomen VRS -verkon laajuus. (Maanmittauslaitos 2010)



KUVA 3. VRS -verkko Etelä-Suomessa 2004 (Geodeettinen laitos 2004)

## 2.6 VRS -menetelmä

GPRS laitteisto lähettää sijaintinsa VRS -laskentakeskukseen GSM- tai GPRS -tiedonsiirtoyhteyttä käyttäen. Laskentakeskus määrittää GPRS laitteiston paikan ja muodostaa virtuaalisen tukiaseman GPRS laitteiston läheisyyteen. Laskentakeskus sijoittaa virtuaaliseen tukiasemaan lähimmän todellisen tukiaseman havaintotiedot. Havaintotietojen avulla laskentakeskus laskee interpoloimalla virtuaalitukiaseman paikkaan vaikuttavat virhelähteet. (Maanmittauslaitos 2010)

Tämän jälkeen laskentakeskus aloittaa RTK -korjauksen lähettämisen GPRS -vastaanottimelle, ikään kuin se tulisi tukiasemalta, joka sijaitisi aivan mittaus-paikan vieressä. Tällaisella verkkomenetelmällä päästään perinteistä RTK -menetelmää parempaan tarkkuuteen, sillä etäisyydestä johtuvasta virheestä päästään eroon lähes kokonaan. Lisäksi menetelmä tuo myös kustannus- ja aikasäästöä, koska omasta liikutettavasta tukiasemasta ja sen pystyttämisestä voidaan luopua. (Maanmittauslaitos 2010) Pirkan

suunnittelu Oy:llä käytössä oleva Trimble R8 GPRS -mittalaitteisto käyttää VRS -menetelmää ja palveluntarjoajana toimii Geotrim Oy. (Maanmittauslaitos 2010)

### **3 SUUNNITTELUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT**

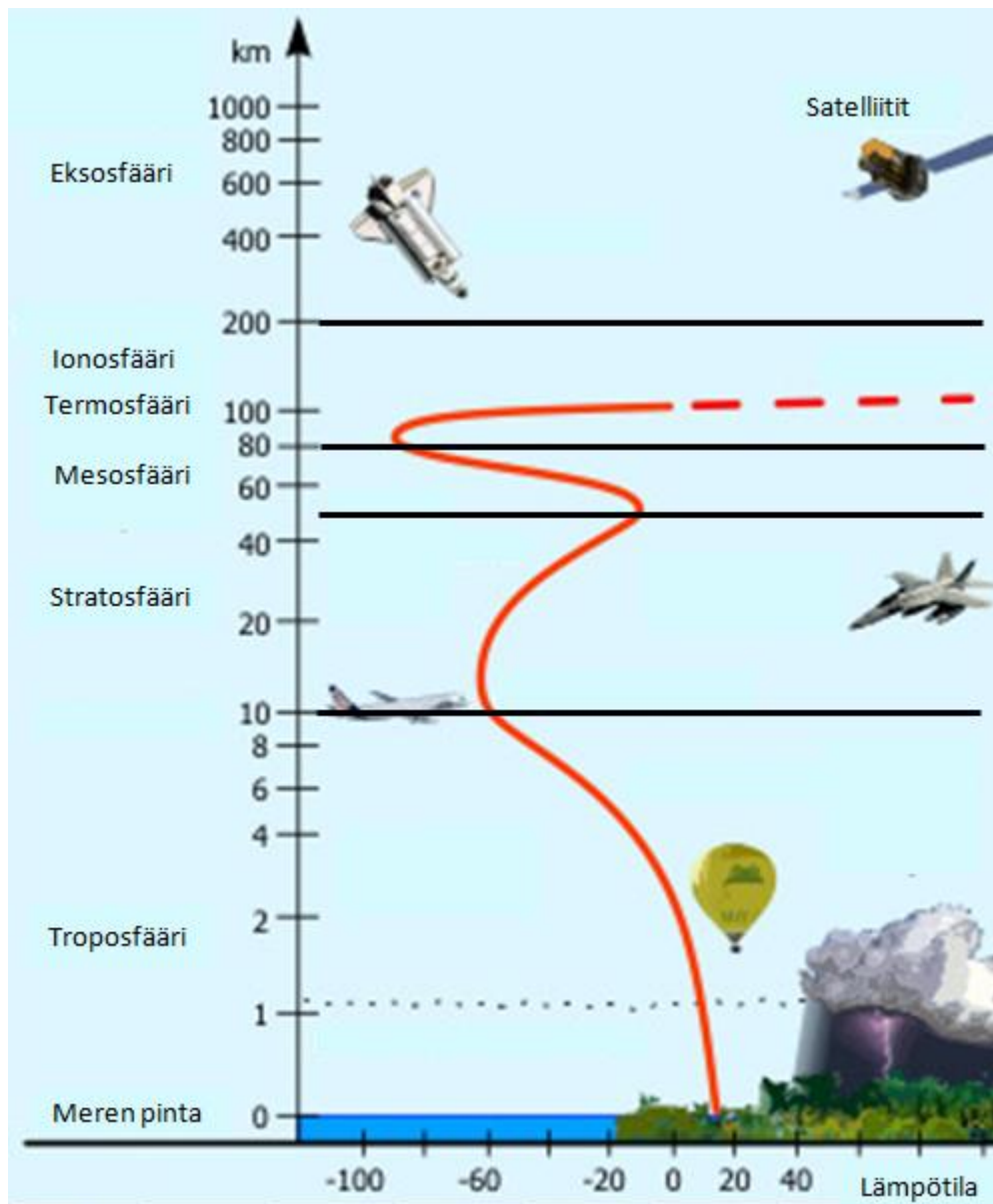
#### **3.1 Minkälaista sähköverkkoa suunnitellaan**

Nykypäivänä sähkönsiirrossa käytetään kahta tapaa ilmajohtoja ja maakaapeleita. Suomen keskijänniteverkko koostuu 89 prosenttisesti ilmajohtoverkosta. Suomessa rakennetaan vielä paljon keskijänniteilmajohtoverkkoa, mutta viimevuosien myrskyt ja lumimäärät ovat aiheuttaneet ilmajohtoverkolle paljon vikoja ja tulevaisuudessa sähköverkkoyhtiöt joutuvat panostamaan paljon rahaa ilmajohtojen siirrosta maakaapeliksi. (Elovaara & Haarla 2011; Energiateollisuus 2010)

Ilmajohtoverkon ja maakaapeliverkon suunnittelu poikkeavat toisistaan suuresti, joten on tärkeää saada sähköverkkoyhtiöltä tarkat ohjeistukset, millaista verkkoa suunnitellaan. Tässä ohjeessa keskitytään suunnittelemaan uutta ilmajohtoverkkoa, erityisesti 20 kilovoltin keskijänniteverkkoa.

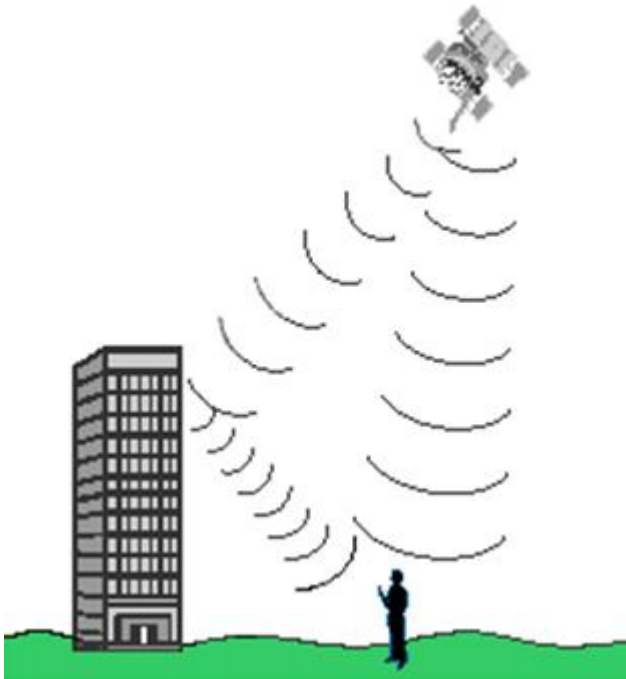
#### **3.2 GPRS -mittaukseen vaikuttavat ulkoiset tekijät**

Tällä hetkellä suurin virheiden aiheuttaja on ilmakehä. Ilmakehän ionosfääri ja troposfääri vaikuttavat satelliittien signaalien etenemisnopeuteen ja voivat aiheuttaa sitä kautta virheitä satelliittien etäisyyksien mittauksessa. Kuvassa 4 on esitetty ilmakehän rakenne ja satelliittien sijoittuminen ilmakehässä. Myös auringon vaihteleva aktiivisuus vaikuttaa maapallon ionosfääriin 11 vuoden jaksoissa. Seuraavan kerran auringon aktiivisuus on lisääntymässä kohti maksimia vuonna 2013. (Maanmittauslaitos 2010)



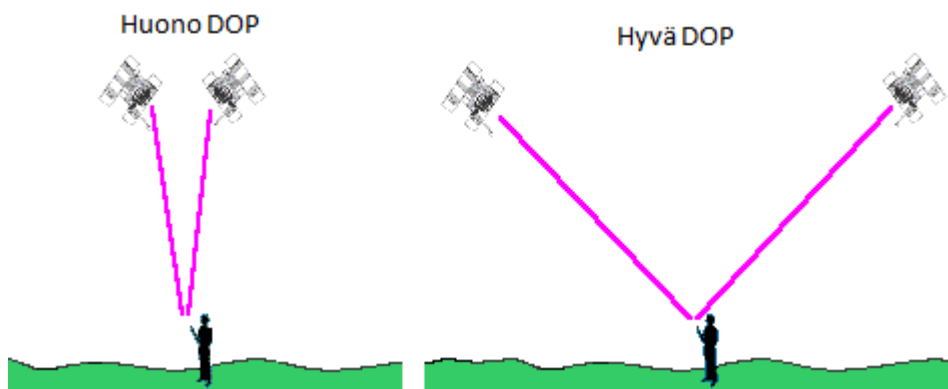
KUVA 4. Ilmakehän rakenne (The Zonehole 2009)

Muita virheitä voi aiheuttaa mm. satelliittien radanmäärityksen ja kellon virheet, GPRS-laitteistosta johtuvat virheet ja moni tieheijastukset, jolla tarkoitetaan, että satelliitista lähtevä signaali ei pääse suorinta reittiä GPRS-laitteiston antenniin vaan heijastuu jostakin esineestä tai pinnasta ja aiheuttaa virheen mitatun satelliitin etäisyyteen kuvan 5 mukaisella tavalla. (Maanmittauslaitos 2010)



KUVA 5. Moni tieheijastus talon seinän kautta (Sniper Frederic 2004)

Satelliittigeometrialla tarkoitetaan satelliittien keskinäistä sijaintia taivaalla. Satelliittigeometrian hyvyyttä ja huonoita ilmoitetaan DOP -luvulla. Mitä pienempi DOP luku on sitä pienempi on satelliittigeometrian aiheuttama virhe. Kuvassa 6 on esitetty missä tilanteissa DOP -luku on parhaimmillaan ja huonoimmillaan. Satelliittigeometria on riittävän hyvä, kun yleisimmin käytetty PDOP -arvo on alle 6. (Maanmittauslaitos 2010)



KUVA 6. DOP -luvun toimintaperiaate (Sniper Frederic 2004)

### 3.3 Koodisto

Eri sähköverkkoyhtiöillä ja ABB Profila -suunnittelu-toimistoilla on erilaiset mittauskoodijärjestelmät, joilla määritellään GPRS -mittaustilanteessa mitattavien mittauskohteiden koodit. Esimerkkinä taulukossa 1 EMPower Oy:n käyttämä koodisto.

TAULUKKO 1. EMPower Oy käyttämä mittauskoodisto

Koodi	Tarkoitus	Koodi	Tarkoitus	Koodi	Tarkoitus
1	Maastopiste	29	Mas s1l	61	Pelto alkaa
2	Pylväspaikka	30	Mas vanha	62	Pelto loppuu
3	Kulmapylväs K	32	Suop	63	Vanha A-haarap
4	Alkup	33	Suop kul	71	Tontti alkaa
5	Loppup	34	Risteily 20 kV	72	Tontti loppuu
6	Vanhap	35	Risteily 0.4 kv	73	Kivi
7	Kulmap A	36	Risteily 0.4avo	75	Vaja
8	Kulmap A K	37	Risteily hv	76	Lämmin rak
9	Sivupiste	38	Risteily hv avo	77	Avovarasto
10	Katuvalopylväs	39	Risteily ivo	78	Puu
11	Raja	40	Risteily muu	79	Joku muu este
12	Kalliop	41	Este tyyppiä G	80	Haruksen kiinnityspiste
13	Kulmap k	42	Haarap	81	Este sivussa
14	Tie 7.2	43	Kalliop haara	91	Joutomaa alkaa
15	Tie 04	44	Kalliop mahd haara	92	Joutomaa loppuu
16	Tie 20 TVL	45	Amka alkaa	100	Arvio
17	Tie 20	46	Amka loppuu	101	Koje siirtop
18	Tie 8.0	47	Hv yht k alkaa	111	Kunta
19	Tie 8.5	48	Hv yht k loppuu	112	Kylä
20	Tie 12.0 rautatie	49	Este tyyppiä f	113	Kunta Kylä
22	Kalliop mahd	54	Kallio alkaa	114	Rek. n:o
23	Kulmap mahd k	55	Kallio loppuu	115	Raja alkaa
24	Mas y1p	56	Suo alkaa	116	Raja loppuu
25	Mas y1l	57	Suo loppuu		
26	Mas p1p	58	Vesi alkaa		
27	Mas p1l	59	Vesi loppuu		
28	Mas s1p	60	Oja		

Ennen maastossa mitaamista pylväsmuuntamoiden tyyppi tiedot on tiedettävä tarkasti, jotta mittausaineistoon saadaan oikea tieto ABB Profila -ohjelmaan. Muuntamoiden tyypit on eroteltu mittauskoodistoon taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Pylväsmuuntamoiden koodien tarkoitukset

Koodi	Tarkoitus	Muuntajan tyyppi
24	Mas y1p	Päätyvä I-pylväsmuuntamo erottimella
25	Mas y1l	Läpimenevä I-pylväsmuuntamo erottimella
26	Mas p1p	Päätyvä II-pylväsmuuntamo erottimella
27	Mas p1l	Läpimenevä II-pylväsmuuntamo erottimella
28	Mas s1p	Päätyvä II-pylväsmuuntamo johdon suunt. erottimella
29	Mas s1l	Läpimenevä II-pylväsmuuntamo johdon suunt. erottimella
30	Mas vanha	Olemassa oleva pylväsmuutamo

## **4 ILMAJOHDON SUUNNITTELU ABB PROFILA -OHJELMALLA**

### **4.1 ABB Profila -ohjelma**

ABB Profila ilmajohtoon rakennesuunnitteluohjelma sai alkunsa vuonna 1983 Heikki Pajalan diplomityöstä ”Avojohtoon mekaaninen mitoitus”. (Pajala 2010)

ABB Profila -ohjelmalla suunnitellaan ilmajohtoverkkoa GPS mittauksen tai takymetri kartoituksen avulla. Ohjelmaan ladataan koordinaatit sisältävä tiedosto tai takymetri mittauksen tiedot, joista ohjelma laskee pylväiden korkeudet, paksuudet, pylväsraakenteet, harusrakenteet. Tämän lisäksi ohjelma optimoi pylväiden jännevälit, huomioiden lämpölaajenemisen sekä lumikuormat. (Pajala 2010)

ABB Profila -ohjelma laskee ilmajohtojen johtojen jännitystilaa yhdessä säätilassa. Ohjelmalla voidaan siirtymäyhtälöä käyttäen tehdä laskenta, missä tahansa sää- ja kuormatilassa. Uuden CENELEC SFS 50423-1 standardin mukaiset sää- ja kuormatilat voidaan laskea samalla siirtymäyhtälöllä. (Pajala 2010)

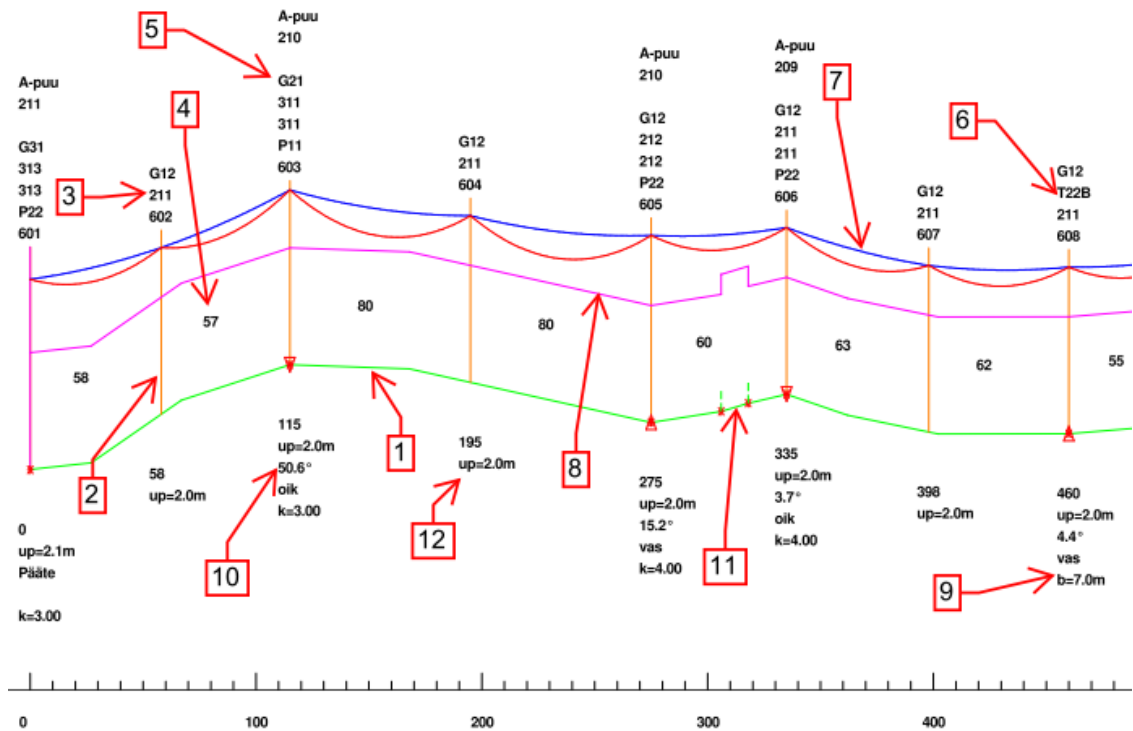
### **4.2 GPRS -mittaustiedon ja ohjelman yhdistäminen**

GPRS -laitteistolla mitattu maaston profiili tiedosto muutetaan ABB Profilan tunnistamaan tiedostomuotoon (.gps). Tiedosto on tekstitiedosto, jossa on esitetty mittauksen aikana saadut tiedot: pisteen koodi, pituuspiiri (KK3), leveyspiiri (KK3), korkeus merenpinnasta (metreinä) ja lisätiedot, mikäli sellaisia on merkitty. (Pajala 2010)

### **4.3 Mitä tietoja ohjelmasta saadaan**

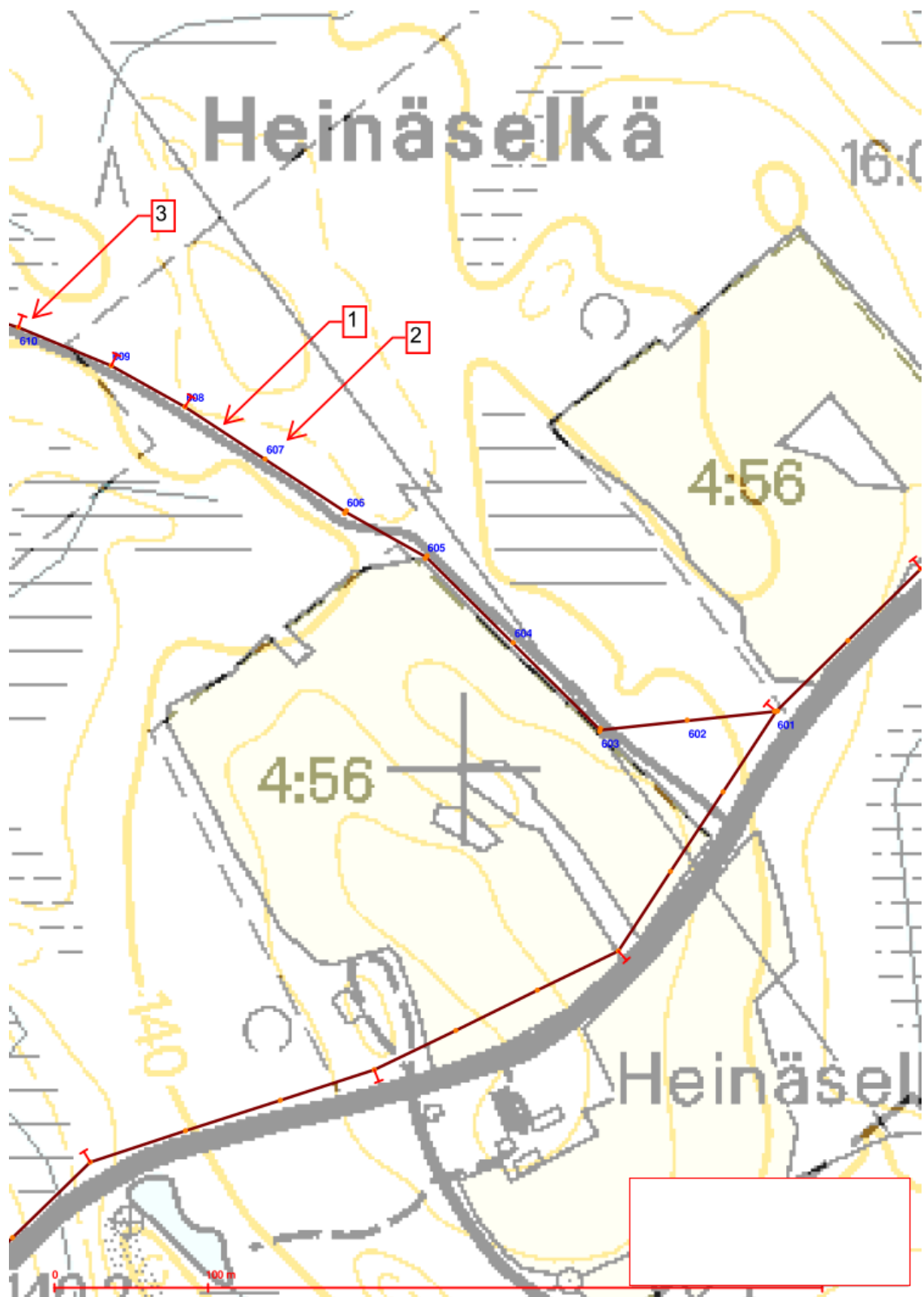
ABB Profila -ohjelman tuloksena saadaan sivuprofiilikuva, josta on esimerkki kuva 7 otettu. Kuvasta selviää maastoprofiili (1), pylväiden paikat maastoprofiilissa (2), pylväiden tyypit (3), pylväiden etäisyydet (4), pylväiden latvarakenteet (5), pylväiden harustus tyypit (6), ilmajohtoon jännitystila vaihtelun (7), ilmajohtoon minimikorkeus (8), harusten etäisyydet pylvästä (9), johdon kulma (10), tien ylityskohdat (11) ja pylvään upotus syvyys (12).





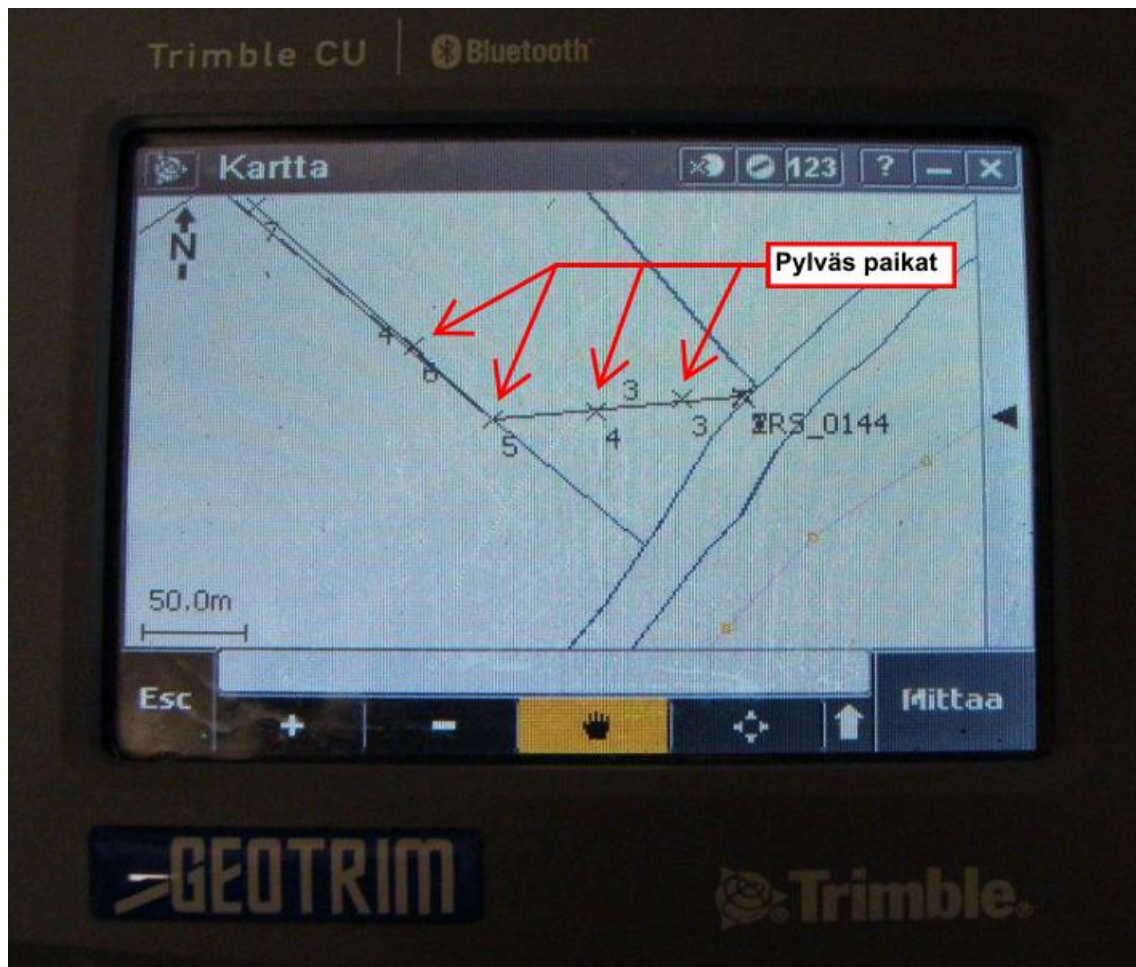
KUVA 7. ABB Profilasta tuloksena saatava sivuprofiilikuva

ABB Profila -ohjelman tuloksena saadaan myös kuva karttapohjassa johtoreitistä, josta on otettu esimerkkikuva kuva 8. Kuvasta selviää ilmajohdon reitti (1), pylvään paikka (2) ja haruksen suunta (3).



KUVA 8. ABB Profilasta tuloksena saatava johtoreitti karttapohjassa

Tulokset siirretään CAD -tiedostomuotoon, joka voidaan siirtää GPRS -mittalaitteistoon. Kun tiedot on siirretty GPRS -mittalaitteeseen, voidaan maastoon mennä merkitsemään kuvan 9 mukaisella mittalaitenäkymällä pylväiden paikat, harusten suunnat ja etäisyydet sekä pylväsmuuntajat niiden todellisille asennuspaikoilleen.



KUVA 9. Trimble R8 näkymä pylväspisteistä.

## **5 MAASTOSUUNNITTELU GPRS -MITTAUSLAITTEISTOLLA**

### **5.1 Tilaajan tarpeet**

Sähköverkkoyhtiö on laatinut työkohteesta sähköiset suunnitelmat, joiden pohjalta lähdetään suunnittelemaan sähköverkkoa maastoon. Ensimmäisenä tutustutaan maastoon ja mietitään karkeasti, mihin ilmajohto voitaisiin sijoittaa ja minne ei. Tämän jälkeen ollaan yhteydessä verkkoyhtiön sähköiseen suunnittelijaan, jos sähköisen suunnitelman reitti ei jostain syystä ole mahdollinen ja mietitään yhdessä vaihtoehtoinen reitti. Ilmajohdon karkeasti suunnitellulta reitiltä etsitään maanomistajien tiedot ja heidän yhteystietonsa. Maanomistajille selvitetään, mitä työssä tehdään ja mitä haittoja työstä voi aiheutua maanomistajalle. Mikäli maanomistaja antaa luvan työn suunnittelulle ja rakentamiselle, hänen kanssa tehdään kirjalliset maankäyttösopimukset johtolinjasta. (Savon Voima Verkko Oy 2011) Maanomistajien kanssa sovitusta reitistä tehdään maasto-profiilin mittausta.

### **5.2 Johtoreitin valinta**

Ilmajohdojen suunnittelu on varsin monimutkainen tapahtumaketju. Työhön maastossa kuuluu johtoreitin valinta, maastotutkimukset, pylväiden sijoitus-suunnittelu sekä yksityiskohtaiset pylväisperustus- ja johdinlaskut. (Elovaara & Haarla 2011)

Johtoreitin valinnassa vaaditaan erityistä tarkkuutta seuraavissa paikoissa: asutustaajamat, uusien muuntoasemien ympäristöt, vesistöjen ylitykset, suojelualueet ja suojeltavaksi suunnitellut alueet, ympäristönäkökulmat, maaston tyypit maaston suunniteltu käyttö, sekä tiet ja telejohdot. (Elovaara & Haarla 2011)

### **5.3 GPRS-mittalaitteella mittaaminen**

Mittalaitteena Pirkan suunnittelu Oy:llä on käytössä kuvan 10 mukainen Trimble R8 GPRS -mittalaitteisto. Korjauspalveluntarjoajana yhtiössä käytetään Geotrim Oy:n palveluita.





KUVA 10. Trimble R8 GPRS-mittalaitteisto

Mittauksessa on erittäin tärkeää, että se tehdään rauhassa ja tarkasti, jolloin virheiden määrä vähenee huomattavasti. Lisäksi mittauksessa on tärkeää olla johdonmukainen, eli ensimmäisestä pisteestä lähtien jokainen seuraava piste täytyy olla johtoreitillä eteenpäin. Tällöin, jos on tapahtunut virhe esimerkiksi kaksi mittauspistettä aikaisemmin, täytyy kaksi virhepaikan jälkeistä pistettä poistaa ja mitata kaikki virheelliset ja poistetut pisteet uudelleen. Tämä johtuu siitä, että ABB Profila -ohjelmaan pitää syöttää pisteet johtoreitin mukaisessa järjestyksessä. Myös GPRS -vastaanottimen korkeus on tärkeä pitää joko koko ajan samana tai varmistaa, että se on jokaisen mittauspisteen

kohdalla oikea, koska korkeusarvoa ei pysty muokkaamaan jälkikäteen. Mikäli jälkikäteen huomataan virheen tapahtuneen, pitää mittausta suorittavan henkilön poistaa mittauspisteet virhekohtaan saakka ja mitata johtoreitti uudelleen.

Pylvään paikkaa mitattaessa on erityisesti huomioitava seuraavia asioita:

- Johtoreitillä pylvään kohdalla pitää miettiä onko se kulmapylväs vai suorapylväs.
- Pylvään alueen maa-aines pitää tarkistaa onko se kallioinen, vai voiko siihen upottaa pylvään. Tämä tieto kirjataan koodiston mukaisesti GPRS -mittaus tilanteessa.

### **5.3.1 Etäisyydet merkittäviin kohteisiin**

Pylväspaikalla täytyy huomioida, onko paikka lähellä tietä tai muita esteitä. Jos pylväs on kulmapylväs, sen läheisyyteen on mahdollista harusvaijerit tai tukipylväs. Johtoreittiä mitattaessa täytyy myös varmistaa, että ilmajohdon etäisyydet kiinteisiin kohteisiin on SFS EN 50423-1 standardin mukaiset.

### **5.3.2 Maastopisteet**

Maastopisteet ovat erittäin tärkeitä pisteitä, sillä niillä määritetään ABB Pofila -ohjelmassa maaston muodot. Jos maastopisteitä ei oteta tarpeeksi, ABB Profila -ohjelma ei saa tarkkaa kuvaa maastosta ja tällöin se määrittelee pylväiden korkeudet vääriksi. Maastopisteitä täytyy ottaa aina kun maaston korkeus muuttuu.

### **5.3.3 Ilmajohdojen sijoitus tiealueille**

Tiealueet eritellään vähintään kahteen eri tielajeihin: yksityisiin ja tielaitoksen teihin. Tielaitoksen teillä täytyy olla vapaa alituskorkeus 7,0 m ja muilla teillä 6,0 m. Tielaitoksen teillä tulee olla aina yhteydessä tielaitoksen henkilökuntaan, jonka kanssa sovi-taan minne pylväät sijoitetaan.

### **5.3.4 Pylväsmuuntajat**

Pylväsmuuntamoista on mittausvaiheessa tiedettävä, minkälainen muuntaja paikalle asennetaan. Muuntamoiden tyypit on eroteltu mittauskoodistoon taulukon 3 tavalla.

TAULUKKO 3. Pylväsmuuntamoiden koodien tarkoitukset

Koodi	Tarkoitus	Muuntajan tyyppi
24	Mas y1p	Päätyvä I-pylväsmuuntamo erottimella
25	Mas y1l	Läpimenevä I-pylväsmuuntamo erottimella
26	Mas p1p	Päätyvä II-pylväsmuuntamo erottimella
27	Mas p1l	Läpimenevä II-pylväsmuuntamo erottimella
28	Mas s1p	Päätyvä II-pylväsmuuntamo johdon suunt. erottimella
29	Mas s1l	Läpimenevä II-pylväsmuuntamo johdon suunt. erottimella
30	Mas vanha	Olemassa oleva pylväsmuutamo

### 5.3.5 Muiden ilmajohtojen sijoittuminen johtoreitille

Paikat, joissa mennään muiden ilmajohtojen läheisyydessä, täytyy merkitä mittaustiedostoon. Merkinän lisäksi täytyy ottaa myös lisätietoa risteytyvästä johdosta. Tärkeitä tietoja ovat johdon jännite, etäisyys lähimmälle pylväälle sekä korkeus vaihejohtimiin ylityksessä tai alituksessa.

## 5.4 Mittalaitteen Trimble R8 käyttö

Trimble R8 käyttö aloitetaan mittalaitteen ja vastaanottimen käynnistämällä, jolloin mittalaitteen aloitusnäkyväksi tulee päävalikko kuvan 11 mukaisella näkymällä.

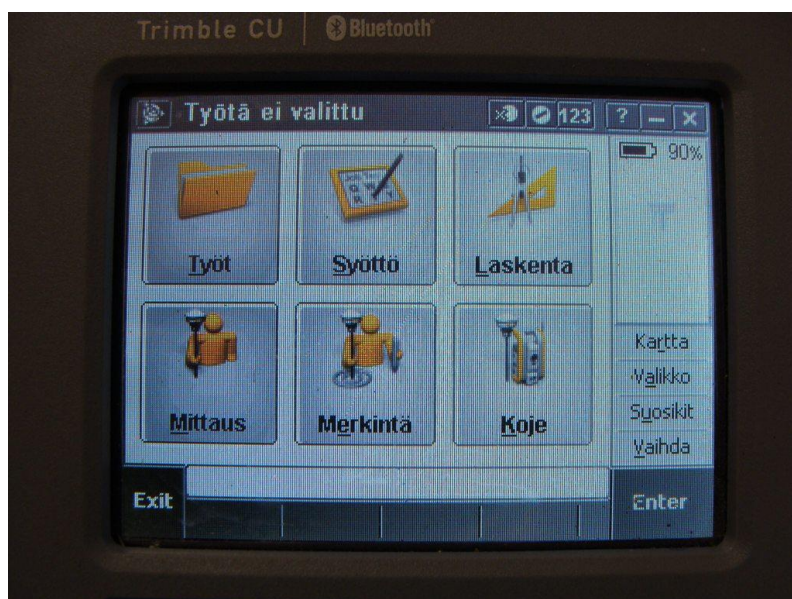


KUVA 11. Mittalaitteen päävalikko näkymä

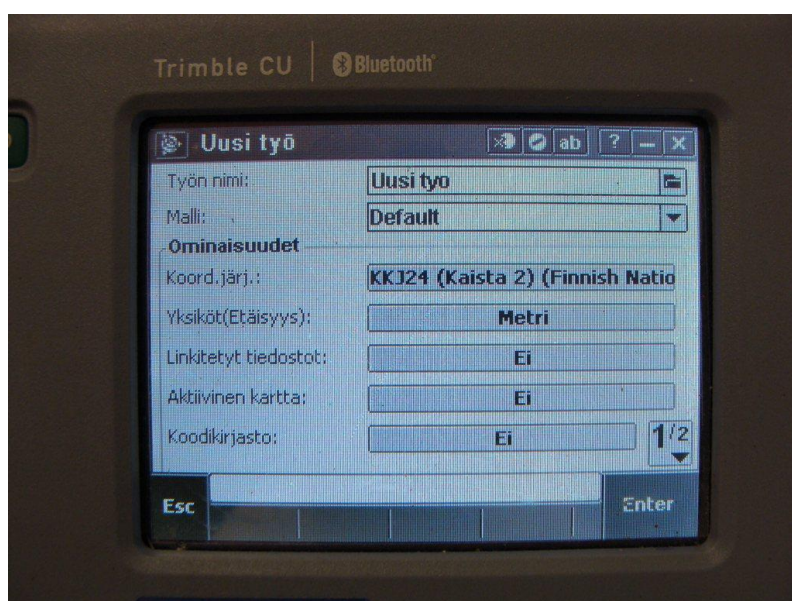
Päävalikosta valitaan mittaus, josta avautuu mittausvalikko kuvan 12 mukaisella näkymällä. Mittausvalikosta valitaan työt, jonka alavalikosta valitaan uusi työ. Uudelle työlle



tarvittavia tietoja ovat työn nimi, koordinaattijärjestelmä, mittausyksikkö, linkitetyt tiedostot aktiivinen kartta pohja CAD -tiedostomuodossa ja koodikirjasto. Kuvassa 13 näkyy uuden työn aloitustietojen valinta.



KUVA 12. Mittausvalikon näkymä



KUVA 13. Uuden työn aloitustietojen valinta

Uuden työn aloituksen jälkeen aloitetaan mittauspisteiden mittaaminen valitsemalla mittausvalikosta kartoitusmitoitus. Valittaessa kartoitusmitoitus mittalaite avaa tiedon- siirtoyhteyden palveluntarjoajalle. Kuvassa 14 on näkymä mittausvalikosta.





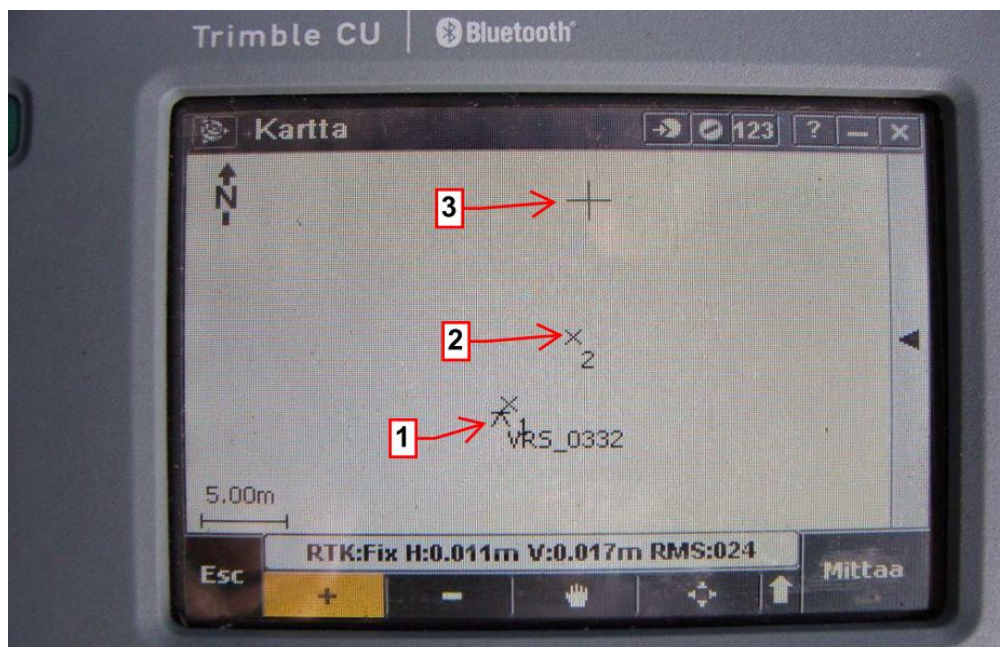
KUVA 14. Mittausvalikon näkymä

Kartoitusmittauksen mittaus aloitetaan silloin, kun mittauspisteitä aloitetaan syöttää laitteeseen. Kuvassa 15 on näkymä kartoitusmittausikkunasta, jossa on esitetty mittauspisteen numero (1), mittauskoodistosta valittu koodi (2), GPRS -vastaanottimen korkeus (3), GPRS -mittalaitteistolla on korjattu mittaustarkkuus(4), horisontaalinen mittaustarkkuus (5), vertikaalinen mittaustarkkuus (6), RMS tarkkuutta kuvaava luku (7), vastaanottimen korkeus (8), yhteys vastaanottoon toiminnassa (9) ja yhteydessä olevien satelliittien lukumäärä (10).



KUVA 15. Kartoitusmittauksen näkymä

Mittauksien jälkeen ja välillä voidaan karttapainikkeella katsoa, miten pisteet sijoittuvat karttapohjassa. Kuvassa 16 on näkymä karttapohjasta, jossa näkyy VRS korjauksen aloitus piste (1), mitattu piste numeroituna (2) ja mittalaitteiston tämänhetkinen sijainti (3).



KUVA 16. Karttapohjan näkymä

Mittauksessa tulee tilanteita, jolloin mittauslaitteisto ei jostakin syystä saa tarvittavaa satelliittien määrää, tietoliikenneyhteys katkeaa tai ympärillä olevista esteistä tulee liikaa heijastuksia. Tällöin mittauslaitteisto voi ilmoittaa, että laite on float tilassa kuvan 17 näkymällä tai heijastuksista kuvan 18 näkymällä.





KUVA 17. Mittalaitteisto ei saa yhteyttä tiedonsiirtoyhteydellä



KUVA 18. Mittalaitteisto ilmoittaa heijastuksista DOP -luvulla

## **6 YHTEENVETO**

### **6.1 Tulosten yhteenveto**

Tavoitteena oli tehdä selkeä ohje ilmajohdon suunnittelulle GPRS -mittauslaitteistolla. Tuloksena käyttökelpoinen ohje, joilla suunnitteluun perehtynyt henkilö voi varmistaa työn onnistumisen mahdollisimman laadukkaasti.

### **6.2 Jatkotutkimusehdotukset**

Omasta mielestäni ilmajohtoverkkojen suunnitteluun ei kannata enää kovin paljon panostaa, koska maakaapelointi on tulevaisuudessa kaikissa sääolosuhteissa käyttövarmempi.

## LÄHTEET

Elovaara, J. & Haarla, L. 2011. Sähköverkot II. Helsinki. Otatieto. 1. painos.

Energiateollisuus. 2010. Verkon rakenne. Luettu 28.4.2012.  
<http://www.energia.fi/sahkomarkkinat/sahkoverkko/verkon-rakenne>.

Geodeettinen laitos. 2004. Geodesia ja geodynamiikan, tutkimushankkeet. Luettu 19.5.2012. <http://www.fgi.fi/osastot/projekti.php?osasto=3&sivu=57>.

Ilmatieteenlaitos. 2010. Avaruussään vaikutus satelliittipaikannukseen. Luettu 5.5.2012.  
<http://ilmatieteenlaitos.fi/satelliittipaikannus>.

Maanmittauslaitos. 2010. Satelliittimittaus eli GPS. Luettu 12.2.2012.  
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/kartoitus/gps-mittaus>.

National Ocean Service.2012. Differential GPS. Luettu 17.5.2012.  
[http://www.umn.edu/geosciences/faculty/sheriff/Equipment\\_Techniques\\_and\\_Cheats/GPS/GPS\\_Images/Differential\\_GPS.jpg](http://www.umn.edu/geosciences/faculty/sheriff/Equipment_Techniques_and_Cheats/GPS/GPS_Images/Differential_GPS.jpg).

Pajala ,H. 2010. ABB Open++ Profila Ilmajohtosuunnittelu. Luentomateriaali. Esitetty 5.2.2010 Vantaa.

Savon Voima Verkko Oy. 2011. Toimintaohje TO7RA06. Maastosuunnittelu.

SFS-EN 50423-1. 2005. Vaihtosähköilmajohdot yli 1 kV ja korkeintaan 45 kV jännitteellä. Suomen Standardoimisliitto SFS.

Sniper Frederic.2004. GPS: Theory, Practice and Applications. Luettu 19.5.2012.  
<http://www.pdhcenter.com/courses/1116/1116content.htm>.

The Zonehole.2009.Atmosphere. Luettu19.5.2012.  
<http://www.theozonehole.com/atmosphere.htm>.

Vermeer, M. 2011. Moderni geodesia. Luettu 15.5.2012.  
<http://users.tkk.fi/mvermeer/mod.pdf>.

# LIITTEET

## Ohje sähköverkon suunnitteluun GPRS mittauksella

### 1. Sähköverkon suunnittelu maastossa

Sähköverkkoyhtiö on laatinut työkohteesta sähköiset suunnitelmat joiden pohjalta lähdetään suunnittelemaan sähköverkkoa maastoon. Ensimmäisenä tutustutaan maastoon ja mietitään karkeasti mihin ilmajohto voitaisiin sijoittaa ja minne ei. Tämän jälkeen ollaan yhteydessä verkkoyhtiön sähköiseen suunnittelijaan jos sähköisen suunnitelman reitti ei jostain syystä ole mahdollinen ja mietitään yhdessä vaihtoehtoinen reitti. Ilmajohdon karkeasti suunnitellulta reitiltä etsitään maanomistajien tiedot ja heidän yhteystietonsa.

Maanomistajille selvitetään mitä työssä tehdään ja mitä haittoja työstä voi aiheutua maanomistajalle. Mikäli maanomistaja antaa luvan työn suunnittelulle ja rakentamiselle, hänen kanssa tehdään kirjalliset maankäyttö Sopimukset johtolinjasta. Maanomistajien kanssa sovitusta reitistä tehdään maastoprofiilin mittaus.

### 2. GPRS- laitteistolla mittaaminen

Tämän ohjeen laatimisessa on ollut käytössä Trimble R8 Model 3 GPRS mittaus laitteisto.

#### 2.1 Mittaus koodisto

Eri verkkoyhtiöillä ja ABB PROFILA suunnittelu toimistoilla on erilaiset mittaus koodi järjestelmät joilla määritellään GPRS- mittaus tilanteessa mitä missäkin mittauspaiassa on.

TAULUKKO 1. EMPower Oy käyttämä mittauskoodisto

Koodi	Tarkoitus	Koodi	Tarkoitus	Koodi	Tarkoitus
1	Maastopiste	29	Mas s1l	61	Pelto alkaa
2	Pylväspaikka	30	Mas vanha	62	Pelto loppuu
3	Kulmapylväs K	32	Suop	63	Vanha A-haarap
4	Alkup	33	Suop kul	71	Tontti alkaa
5	Loppup	34	Risteily 20 kV	72	Tontti loppuu
6	Vanhap	35	Risteily 0.4 kv	73	Kivi
7	Kulmap A	36	Risteily 0.4avo	75	Vaja
8	Kulmap A K	37	Risteily hv	76	Lämmin rak
9	Sivupiste	38	Risteily hv avo	77	Avovarasto
10	Katuvalopylväs	39	Risteily ivo	78	Puu
11	Raja	40	Risteily muu	79	Joku muu este
12	Kalliop	41	Este tyyppiä G	80	Haruksen kiinnityspiste
13	Kulmap k	42	Haarap	81	Este sivussa
14	Tie 7.2	43	Kalliop haara	91	Joutomaa alkaa
15	Tie 04	44	Kalliop mahd haara	92	Joutomaa loppuu
16	Tie 20 TVL	45	Amka alkaa	100	Arvio
17	Tie 20	46	Amka loppuu	101	Koje siirtop
18	Tie 8.0	47	Hv yht k alkaa	111	Kunta
19	Tie 8.5	48	Hv yht k loppuu	112	Kylä
20	Tie 12.0 rautatie	49	Este tyyppiä f	113	Kunta Kylä
22	Kalliop mahd	54	Kallio alkaa	114	Rek. n:o
23	Kulmap mahd k	55	Kallio loppuu	115	Raja alkaa
24	Mas y1p	56	Suo alkaa	116	Raja loppuu
25	Mas y1l	57	Suo loppuu		
26	Mas p1p	58	Vesi alkaa		
27	Mas p1l	59	Vesi loppuu		
28	Mas s1p	60	Oja		

## 2.2 Mittauksen aloitus

Mittauksen aloituksessa on erittäin tärkeää että GPRS laitteisto saa yhteyden tarpeeksi moneen satelliittiin ja VRS- korjauksen 3G verkon kautta. Jos satelliitti yhteyttä ei saada, mittausta ei voida toteuttaa. Kun satelliitti yhteys saadaan, mittauksen tarkkuus vaihtelee muutamasta kymmenestä sentistä useisiin metreihin ilman VRS- korjausta. Joten VRS- korjauksen yhteys on ehdottoman tärkeä, jotta päästään 5-10 cm tarkkuuteen.

Trimble R8 käyttö aloitetaan mittalaitteen ja vastaanottimen käynnistämällä, jolloin mittalaitteen aloitusnäkyäksi tulee päävalikko kuvan 1 mukaisella näkymällä.



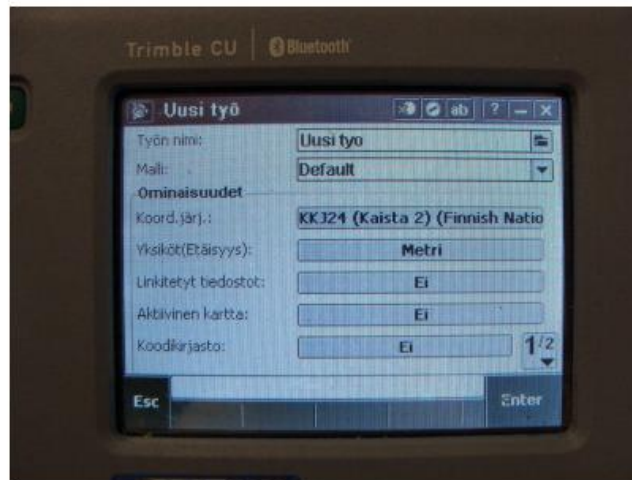
KUVA 1. Mittalaitteen päävalikko näkymä

Päävalikosta valitaan mittaus, josta avautuu mittausvalikko kuvan 2 mukaisella näkymällä. Mittausvalikosta valitaan työt, jonka alavalikosta valitaan uusi työ. Uudelle työlle tarvittavia tietoja ovat työn nimi, koordinaattijärjestelmä, mittausyksikkö, linkitetyt tiedostot aktiivinen kartta pohja CAD tiedostomuodossa ja koodikirjasto. Kuvassa 3 on uuden työn tietojen valinta.



KUVA 2. Mittausvalikon näkymä





KUVA 3. Uuden työn aloitustietojen valinta

Uuden työn aloituksen jälkeen aloitetaan mittauspisteiden mittaaminen valitsemalla mittausvalikosta kartoitusmitoitus. Valittaessa kartoitusmitoitus mittalaite avaa tiedonsiirtoyhteyden palveluntarjoajalle. Kuvassa 4 on näkymä mittausvalikosta.



KUVA 4. Mittausvalikon näkymä

### 2.3 Maaston ja sään vaikutukset mittaukseen

Mittauksessa tulee tilanteita jolloin mittauslaitteisto ei jostakin syystä saa tarvittavaa satelliittien määrää, tietoliikenneyhteys katkeaa tai ympärillä olevista esteistä tulee liikaa heijastuksia voi mittauslaitteisto ilmoittaa että laite on float tilassa kuvan 5 näkymällä tai heijastuksista kuvan 6 näkymällä.





KUVA 5. Mittalaitteisto ei saa yhteyttä tiedonsiirtoyhteydellä



KUVA 6. Mittalaitteisto ilmoittaa heijastuksista DOP -luvulla

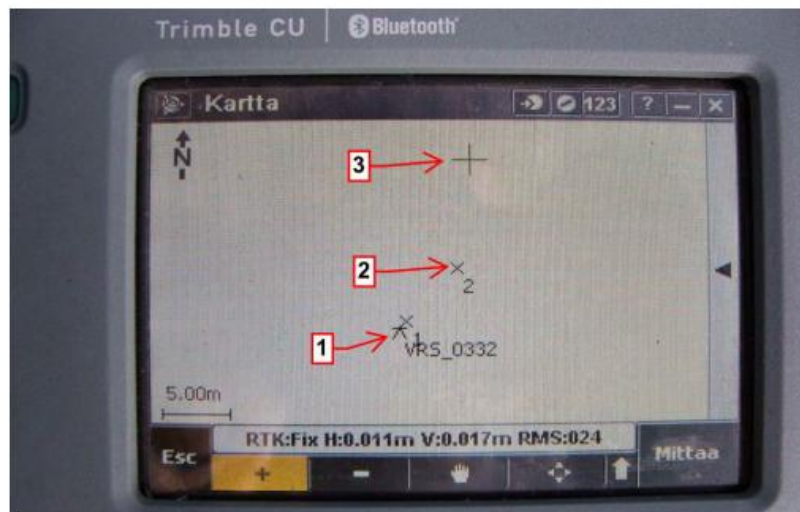
### 3. GPRS-laitteistolla mittaaminen maastossa

Kartoitusmittauksen mittaus aloitetaan silloin kun mittauspisteitä aletaan syöttämään laitteeseen. Kuvassa 7 on näkymä kartoitusmittaus ikkunasta jossa on esitetty mittauspisteen numero (1), mittauskoodistosta valittu koodi (2), GPRS -vastaanottimen korkeus (3), GPRS -mittalaitteistolla on korjattu mittaustarkkuus(4), horisontaalinen mittaustarkkuus (5), vertikaalinen mittaustarkkuus (6), RMS tarkkuutta kuvaava luku (7), vastaanottimen korkeus (8), yhteys vastaanottimeen toiminnassa (9) ja yhteydessä olevien satelliittien lukumäärä (10).



KUVA 7. Kartoitusmittauksen näkymä

Mittauksien jälkeen ja välillä voidaan kartta painikkeella katsoa miten pisteet sijoittuvat karttapohjassa. Kuvassa 8 on näkymä karttapohjasta, jossa VRS korjauksen aloitus piste (1), mitattu piste numeroituna (2) ja mittalaitteiston tämänhetkinen sijainti (3).



KUVA 8. Karttapohjan näkymä

Mittauksessa on erittäin tärkeää, että se tehdään rauhassa ja tarkasti, jolloin virheiden määrä vähenee huomattavasti. Lisäksi mittauksessa on tärkeää olla johdonmukainen, eli ensimmäisestä pisteestä lähtien jokainen seuraava piste täytyy olla johtoreitillä eteenpäin. Sillä jos huomaat virheen tapahtuneen, esimerkiksi kaksi mittauspistettä aikaisemmin, täytyy

kaksi virhepaikan jälkeistä pistettä poistaa ja mitata kaikki virheelliset ja poistetut pisteet uudelleen. Tämä johtuu siitä että ABB Profila -ohjelmaan pitää syöttää pisteet johtoreitin mukaisessa järjestyksessä.

Myös GPRS -vastaanottimen korkeus on tärkeä pitää joko koko ajan samana tai huolehtia jokaisen mittauspisteen kohdalla varmistaa että se on oikea, koska korkeusarvoa ei pysty muokkaamaan jälkikäteen. Mikäli jälkikäteen huomaa virheen tapahtuneen, pitää mittausta suorittavan henkilön poistaa mittauspisteet virhekohtaan saakka ja mitata johtoreitti uudelleen.

### **3.1 Pylväät**

Pylvään mittaus hetkellä täytyy tarkkailla maastoa tarkemmin seuraavia asioita:

#### **3.1.1 Johtoreitti**

Pylvästä pitää miettiä onko se kulmapylväs vai suorapylväs.

#### **3.1.2 Maa aines**

Maa aineksesta pitää katsoa onko paikka kallioinen vai voiko siihen upottaa pylvään.

#### **3.1.3 Läheisyys merkittäviin kohteisiin**

Pylväspaikalla täytyy huomioida onko paikka lähellä tietä tai muita esteitä. Jos pylväs on kulmapylväs, sen läheisyyteen on mahdollista tarvustavaijerit tai tukipylväs. Johtoreittiä mitattaessa täytyy myös varmistaa että ilmajohdon etäisyydet kiinteisiin kohteisiin on SFS EN 50423-1 standardin mukaiset.

### **3.2 Maastopisteet**

Maastopisteet ovat erittäin tärkeitä pisteitä, sillä niillä määritetään ABB Profila -ohjelmassa maaston muodot. Jos maastopisteitä ei oteta tarpeeksi, ABB Profila -ohjelma ei saa tarkkaa kuvaa maastosta ja tällöin se määrittelee pylväiden korkeudet väärin. Maastopisteitä täytyy ottaa aina kun maaston korkeus muuttuu.

### **3.3 Ilmajohdon sijoitus tiealueille**

Tiealueet eritellään vähintään kahteen eri tielajeihin yksityisiin ja tielaitoksen teihin. Tielaikoksen teillä täytyy olla vapaa alituskorkeus 7,0 m ja muilla teillä 6,0 m. Tielaikoksen teillä tulee olla aina yhteydessä tielaitoksen henkilökuntaan, jonka kanssa sovitaan minne pylväät sijoitetaan.

### **3.4 Pylväsmuuntajat**

Pylväsmuuntamoista on mittausvaiheessa tiedettävä, minkälainen muuntaja paikalle asennetaan. Muuntamoiden tyypit on eroteltu mittauskoodistoon taulukon 2 tavalla.

TAULUKKO 2. Pylväsmuuntamoiden koodien tarkoitukset

Koodi	Tarkoitus	Muuntajan tyyppi
24	Mas y1p	Päättävä I-pylväsmuuntamo erottimella
25	Mas y1l	Läpimenevä I-pylväsmuuntamo erottimella
26	Mas p1p	Päättävä II-pylväsmuuntamo erottimella
27	Mas p1l	Läpimenevä II-pylväsmuuntamo erottimella
28	Mas s1p	Päättävä II-pylväsmuuntamo johdon suunt. erottimella
29	Mas s1l	Läpimenevä II-pylväsmuuntamo johdon suunt. erottimella
30	Mas vanha	Olemassa oleva pylväsmuutamo

### 3.5 Muiden ilmajohtojen sijoittuminen johtoreitille

Paikat joissa mennään muiden ilmajohtojen läheisyydessä, täytyy merkitä mittaustiedostoon. Merkinnän lisäksi täytyy ottaa myös lisätietoa risteytyvästä johdosta. Tärkeitä tietoja ovat johdon jännite, etäisyys lähimmälle pylväälle, korkeus vaihe johtimiin ylityksessä tai alituksessa.

### 3.6 Pylväiden ja harusten oikeaan paikkaan merkitseminen

ABB Profila saatujen tulosteiden sekä CAD tiedoston perusteella sijoitetaan pylväät ja harukset oikeille paikoille.

CAD tiedosto siirretään mittauslaitteeseen ja pylväspaikat etsitään VRS- korjauksen käytössä ollessa oikeille paikoille, näin voidaan varmistaa että pylväs on sijoitettu alle 5 cm tarkkuudella suunniteltuun paikkaan. ABB Profila tulosteaineistossa on myös harusten kulmat ja etäisyydet laskettu jotta pylväät pysyvät suorina.